

Partially reinforced components such as metal or polyethylene foam component, e.g. a camshaft or tubular component, comprises one or more reinforcing elements fixed on and/or in the component by foaming

Publication number: DE19912618 (C2)

Publication date: 2002-06-27

Inventor(s): SCHULZE BERND [DE]

Applicant(s): MELEGHY HYDROFORMING GMBH & CO [DE]

Classification:


- **International:** **B22F7/00; B29C44/12; B29C44/18; B22F7/00; B29C44/02;**
(IPC1-7): B22F3/00; C22C1/08

- **European:** B22F7/00B2F; B29C44/12D; B29C44/18


Application number: DE19991012618 19990322

Priority number(s): DE19991012618 19990322

Also published as:

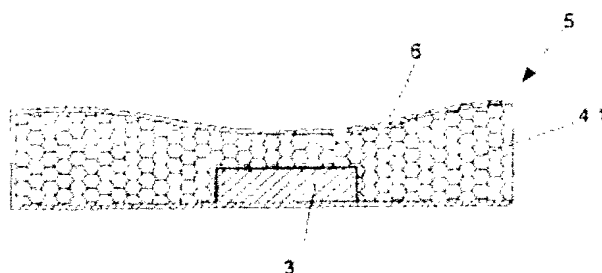
 DE19912618 (A1)

Cited documents:

 DE19635734 (A1)

Abstract of DE 19912618 (A1)

A partially reinforced component, comprises one or more reinforcing elements fixed on and/or in the component by foaming. An Independent claim is also included for production of a partially reinforced component by placing one or more reinforcing elements in a mould having the contour of the component to be produced and then foaming material about the or each reinforcing element so that it is fixed on and/or in the component to form a functional unit. Preferred Features: The reinforcing element may project partially from the component to form a fastener and/or may have a roughened surface and/or an opening or recess for receiving a fastener. The foamed component may have a stronger and less porous surface layer, especially of metal or ceramic, formed by a sheet, hollow body or foil which defines the outer contour of the component.; The hollow body is an internally high pressured formed workpiece. The reinforcing element may have a tube, bush, rod or plate shape or any other functional shape. The foaming temperature is below the melting temperature of the reinforcing element and the optionally provided surface layer and the mould may be a reusable mould or may form part of the component.





⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 199 12 618 C 2**

⑤ Int. Cl.⁷:
B 22 F 3/00
C 22 C 1/08

⑳ Aktenzeichen: 199 12 618.6-24
㉔ Anmeldetag: 22. 3. 1999
㉓ Offenlegungstag: 28. 9. 2000
㉕ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 27. 6. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ **Patentinhaber:**
Dr. Meleghy Hydroforming GmbH & Co. KG, 09125
Chemnitz, DE

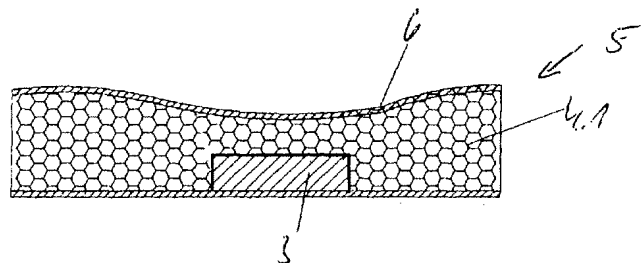
⑦④ **Vertreter:**
Rumrich, G., Dipl.-Ing. Pat.-Ing., Pat.-Anw., 09116
Chemnitz

⑦② **Erfinder:**
Schulze, Bernd, Dr.-Ing., 09366 Niederdorf, DE

⑤⑥ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**
DE 196 35 734 A1

⑤④ **Bauteil mit partieller Verstärkung und Verfahren zu dessen Herstellung**

⑤⑦ Bauteil mit partieller Verstärkung, wobei wenigstens ein Verstärkungselement (3) durch Ausschäumen am und/oder im Bauteil (5) befestigt ist, dadurch gekennzeichnet,
daß das Verstärkungselement (3) zumindest teilweise in direktem Kontakt mit der Außenwandung des Bauteils steht
und/oder
daß dessen Außenkontur zumindest teilweise durch die Außenkontur des aufschäumenden Materials gebildet wird
und/oder
daß das Verstärkungselement (3) partiell oder umlaufend aus dem Bauteil (5) heraustritt.



DE 199 12 618 C 2

DE 199 12 618 C 2

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bauteil mit partieller Verstärkung und ein Verfahren zu dessen Herstellung nach dem Oberbegriff des 1. und 17. Patentanspruchs.

[0002] Nach DE 40 18 360 C1 und DE 41 01 630 A1 ist ein Verfahren zur Herstellung poröser Metallkörper bekannt, bei welchem ein Aufschäumen eines mit einem Treibmittel versehenen Metalles oder einer Legierung bei einer Temperatur erfolgt, bei welcher sich das Treibmittel zersetzt, vorteilhafter Weise bei einer Temperatur in der Nähe der Schmelztemperatur des aufzuschäumenden Metalles oder oberhalb bzw. im Bereich des Solidus-Liquidus-Intervalls der verwendeten Legierung. Das Aufschäumen kann frei oder in einer Form erfolgen. Es ist auch möglich, Hohlräume mit Metallschaum auszuschäumen. Die Herstellung eines Bauteils aus Metall oder Keramik mit dichter Außenschale und porösem Kern und ein entsprechendes Herstellungsverfahren werden in DE 43 38 457 A1 vorgeschlagen. Die Außenschale besteht aus gesintertem Pulvermaterial und der Kern weist gesinterte Hohlkugeln auf, die lageweise geschichtet sind und zum Kernzentrum hin größer werden.

[0003] Nachteilig bei diesen Verfahren ist, daß ein z. B. sehr dünnwandiges ausgeschäumtes Bauteil oder ein geschäumtes Bauteil ohne zusätzliche Wandung nur eine geringe Steifigkeit und Belastbarkeit aufweist und daß es nicht möglich ist, in das Bauteil Befestigungselemente einzubringen, die einer erhöhten Belastung standhalten.

[0004] In der DE 199 11 213 C1 werden ein Verbundbauteil sowie ein Verfahren zu seiner Herstellung offenbart, bei dem zwischen zwei sich gegenüberliegenden massivmetallischen Blechteilen, die jeweils mit einer Metallpulverschicht versehen sind, ein Verstärkungselement eingefügt wird.

[0005] Danach erfolgt das Aufschäumen der Metallpulverschichten, die sich zwischen der Wandung des Verbundteiles und dem Verstärkungselement befinden.

[0006] Diese Ausführung weist zwar auf Grund des angeordneten Verstärkungselementes gegenüber dem weiter oben beschriebenen Stand der Technik eine höhere Steifigkeit auf, ist aber insbesondere für das Einbringen von größeren Belastungen standhaltenden Befestigungselementen ebenfalls ungeeignet.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Bauteil mit partieller Verstärkung und ein Verfahren zu dessen Herstellung zu entwickeln, welches es ermöglicht, bei einem geringen Gewicht des Bauteiles dessen Belastbarkeit zu erhöhen und/oder das Einbringen von Befestigungselementen in und/oder an geschäumten Bauteilen zu ermöglichen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit den Merkmalen des 1. und 17. Patentanspruchs gelöst.

[0009] Dabei weist das Bauteil wenigstens ein Verstärkungselement auf, welches durch Ausschäumen am und/oder im Bauteil befestigt ist.

[0010] Erfindungsgemäß steht das Verstärkungselement zumindest teilweise in direktem Kontakt mit der Außenwandung des Bauteils, und/oder dessen Außenkontur wird zumindest teilweise durch die Außenkontur des aufzuschäumenden Materials gebildet, und/oder das Verstärkungselement tritt partiell oder umlaufend aus dem Bauteil heraus.

[0011] Das Verstärkungselement kann entweder zur Verbesserung der Steifigkeit und der Verdrehbarkeit des Bauteils dienen, es ist jedoch auch möglich, in das Verstärkungselement Befestigungselemente einzubringen, die einer größeren Belastung standhalten, als wenn diese z. B. in den Metallschaum eingebracht werden. In vorteilhafter Ausbildung ist es auch möglich, das Verstärkungselement als Befestigungselement auszubilden. So kann z. B. das Ende eines

partiell heraustretenden Verstärkungselementes mit einem Außen- oder Innengewinde versehen sein. Das in den Schaum eingebettete Verstärkungselement kann auch in der Art einer Buchse mit oder ohne Gewinde zur Aufnahme weiterer Anschlußteile ausgestaltet sein.

[0012] Das Bauteil kann weiterhin partiell oder umlaufend an seiner Oberfläche eine Schicht aufweisen, deren Festigkeit höher ist, als die Festigkeit des geschäumten Materials.

[0013] Die Porosität des Randbereiches kann geringer sein, als die des Kernbereiches des Bauteils.

[0014] Die zum Ausschäumen notwendige Temperatur liegt vorteilhafter Weise unterhalb der Schmelztemperatur des Verstärkungselementes. Um dies zu gewährleisten werden zur Herstellung des Metallschaumes vorzugsweise bei niedrigen Temperaturen schmelzende Metalle oder Legierungen eingesetzt.

[0015] Wird die Wandung des Bauteiles durch einen blechförmigen Körper, einen Hohlkörper oder eine Folie gebildet, so ist deren Schmelztemperatur ebenfalls höher als die beim Ausschäumen auftretende Temperatur.

[0016] Die äußere Schicht des Bauteils kann aus einem metallischen Werkstoff oder aus Keramik bestehen.

[0017] Die Außenkontur des Bauteiles wird vorzugsweise durch eine wiederverwendbare Form bestimmt. Es ist jedoch auch möglich, daß die Außenkontur vollständig oder teilweise durch die Kontur des blechförmigen Körpers und/oder durch die Kontur des Hohlkörpers vorgegeben wird.

[0018] Der Hohlkörper kann dabei beispielsweise als ein innenhochdruckumgeformtes Werkstück ausgebildet sein. Die Wandstärke des Bleches bzw. des Hohlkörpers kann sehr gering sein. Die notwendige funktionsbedingte Steifigkeit und Verdrehbarkeit erhält das Bauteil durch das Ausschäumen und bedarfsweise durch das Einbringen von Verstärkungselementen. Die Verstärkungselemente können dabei gleichzeitig die Funktion von Befestigungselementen übernehmen. Desweiteren ist es möglich, die Verstärkungselemente auch nur zur partiellen Verstärkung für das Einbringen von Befestigungselementen zu verwenden.

[0019] Das Verstärkungselement kann rohrförmig, buchenförmig, stabförmig oder plattenförmig ausgebildet sein, oder eine andere Form entsprechend der zu erfüllenden Funktion des Bauteils aufweisen.

[0020] Es können auch mehrere Verstärkungselemente in der Art einer Bewehrung miteinander gekoppelt sein.

[0021] Um eine innige Verbindung zum Schaum zu gewährleisten, kann das Verstärkungselement an seiner Oberfläche angeraut sein und/oder Aussparungen und/oder Durchbrüche aufweisen.

[0022] Zur Herstellung des Bauteiles mit einer partiellen Verstärkung wird wenigstens ein Verstärkungselement in eine im wesentlichen die Endkontur des zu erzeugenden Bauteiles festlegende Form eingelegt und in dieser Form positioniert und anschließend umschäumt, so daß das Verstärkungselement im und/oder am Bauteil so befestigt wird, daß zwischen den einzelnen Komponenten eine funktionelle Einheit gebildet wird.

[0023] Das Bauteil ist entweder aus der Form entnehmbar, wobei diese dazu mit einer Trennschicht in der Art einer Metallfolie ausgekleidet wird. Die Metallfolie bildet die Außenschicht des erzeugten Bauteils.

[0024] Es ist daneben auch möglich, die Außenkontur des durch Ausschäumen zu erzeugenden Bauteils vollständig oder teilweise durch die Wandung eines blechförmigen Körpers oder durch die Wandung eines Hohlkörpers zu bilden, die am Bauteil verbleiben, bzw. die Außenwandung des Bauteils bilden.

[0025] Verfahrensspezifisch liegt die zum Ausschäumen erforderliche Temperatur unterhalb der Temperatur des Ver-

stärkungselementes und bei Verwendung einer Folie, eines blechförmigen Körpers oder eines Hohlkörpers zur Bildung der Außenkontur auch unterhalb der Schmelztemperatur dieser Elemente.

[0026] Mit der Erfindung wird ein leichtes, verwindungssteifes und multifunktionales Bauteil geschaffen. Durch die mögliche Entkopplung zwischen Verstärkungselement und Außenschale wird gleichzeitig eine gute Dämpfung erzielt.

[0027] Die Grundstabilität des Bauteils kann durch das Einbringen der Verstärkungselemente wesentlich erhöht werden.

[0028] Es ist möglich, daß der Grundkörper als Bauteil entfallen kann. Es kann beispielsweise lediglich eine sehr dünne Hülle vollständig oder partiell mit Metallschaum gefüllt werden, wobei die Hülle dekorative Zwecke erfüllt oder ggf. zum Korrosionsschutz dient. In jedem partiellen Metallschaumbereich kann ein separates Verstärkungselement angeordnet sein, es ist jedoch auch möglich, daß ein einziges Verstärkungselement durch alle partiell ausgeschäumten Bereiche ragt und diesen untereinander eine Stabilität verleiht, die allein durch die dünne Hülle nicht gegeben wäre.

[0029] Der Metallschaum oder der PE-Schaum kann jede beliebige Form des Versteifungselementes umschließen und dieses nach dem Aushärten fixieren. Damit ist es möglich, die Steifigkeitseigenschaften eines Bauteils den jeweiligen Erfordernissen einfach anzupassen.

[0030] Die erfindungsgemäßen Bauteile weisen weiterhin ein gutes Crashverhalten auf. Der konstruktive Aufwand zur Herstellung eines Bauteils sowie eventuell notwendige Montagearbeiten können durch die vielfältige Funktionalität ebenfalls auf ein Minimum reduziert werden.

[0031] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0032] Fig. 1: Mit Folie ausgekleidete Form mit eingelegtem Verstärkungselement und schäumbarem Halbzeug vor dem Ausschäumen;

[0033] Fig. 2: Form gem. Fig. 1 nach dem Ausschäumen;

[0034] Fig. 3: Bauteil mit einer Hülle in Form der Folie;

[0035] Fig. 4: Beidseitig offener rohrförmiger Hohlkörper mit der Kontur einer Nockenwelle, sowie eingelegtem Verstärkungselement und schäumbaren Halbzeugen vor dem Ausschäumen;

[0036] Fig. 5: Bauteil in Form einer Nockenwelle nach dem Ausschäumen;

[0037] Fig. 6: Bauteil in Form eines ausgeschäumten Hohlkörpers mit an der Wandung partiell anliegendem Verstärkungselement;

[0038] Fig. 7: Bauteil gem. Fig. 6 mit an dem Verstärkungselement angeschraubter Platte;

[0039] Fig. 8: Bauteil mit einer eingeschäumten Buchse;

[0040] Fig. 9: Bauteil in Form eines ausgeschäumten Hohlkörpers mit von einem bis zum anderen Ende im wesentlichen mittig hindurchreichendem Verstärkungselement in der Art einer Bewehrung;

[0041] Fig. 10: Bauteil mit einem Verstärkungselement in Form eines Rohres und eines Stabes

[0042] In Fig. 1 ist eine mit Folie 2 ausgekleidete Form 1 dargestellt, deren Innenkontur der Form des zu erzeugenden Bauteils entspricht. Durch eine Öffnung unter dem Deckel 1.1 wurden ein Verstärkungselement 3 und ein schäumbares Halbzeug 4 in die Form 1 eingelegt. Die Form wird nun bis nahe an die Schmelztemperatur des schäumbaren Halbzeuges erwärmt, wodurch der Schäumungsprozeß ausgelöst wird und der Metallschaum 4.1 die Form 1 ausfüllt und das Verstärkungselement 3 umschließt (Fig. 2). Nach dem Abkühlen kann der Deckel geöffnet und das Bauteil 5 entnom-

men werden.

[0043] Das Bauteil 5 ist von der Folie 2 ummantelt (s. Fig. 3) und weist im Metallschaum 4.1 das Verstärkungselement 3 auf.

[0044] Einen z. B. durch Innenhochdruckumformen hergestellten dünnwandigen beidseitig offenen rohrförmigen Hohlkörper 6 mit der Außenkontur einer Nockenwelle zeigt Fig. 4. Im Mittelbereich wurde ein Verstärkungselement 3 eingebracht, das stopfenförmig ausgebildet ist und in seinem Außendurchmesser in etwa dem Innendurchmesser des Hohlkörpers angepaßt. Beidseitig zum Verstärkungselement wurden schäumbare Halbzeuge eingelegt. Das Bauteil nach den Ausschäumen ist in Fig. 5 dargestellt. Der Metallschaum 4.1 hat den Hohlkörper 6 ausgefüllt und dessen Konturen angenommen. Am links dargestellten Ende des Bauteils 5 wurde zusätzlich ein Endstück 7 eingebracht, welches ebenfalls eine Verbindung mit dem Metallschaum 4.1 eingegangen ist. Das Endstück 7 weist dazu zusätzlich eine Aussparung 7.1 auf, in welche der Metallschaum eindringen kann. Der dünnwandige Hohlkörper bildet die Außenhülle des Bauteils. Die so hergestellte Nockenwelle zeichnet sich durch ein geringes Gewicht bei genügender Steifigkeit aus.

[0045] Ein Bauteil 5 in Form eines ausgeschäumten Hohlkörpers 6 mit an der Wandung partiell anliegendem Verstärkungselement zeigt Fig. 7. Dieses Bauteil 5 mit an das Verstärkungselement 3 angeschraubter Platte 8 zeigt Fig. 7. Ein Bauteil 5 mit einem eingeschäumten Verstärkungselement 3 in Form einer Buchse zeigt Fig. 8, wobei die Buchse in Richtung zum Kern des Bauteils 5 einen Bund 3.1 aufweist. Dieser Bund 3.1 wirkt axialen Auszugkräften FA der Buchse (Verstärkungselement 3) entgegen. Eine Außenseite des Bauteils 5 wird dabei durch hin geformtes Blech 9 abgeschlossen. Die anderen Außenseiten werden durch die Außenflächen des Metallschaums gebildet. Diese wurden in einer gestrichelt angedeuteten Form 1 ausgeschäumt. Die Buchse 3 lag dabei mit ihrer Öffnung 3.2 nach unten auf dem Boden der Form 1 auf.

[0046] Ein Bauteil 5 in Form eines ausgeschäumten Hohlkörpers 6 mit von einem bis zum anderen Ende im wesentlichen mittig hindurchreichendem Verstärkungselement 3 in der Art einer Bewehrung zeigt Fig. 9.

[0047] Ein rohrförmiges dünnwandiges Bauteil 5 zeigt Fig. 10. Auf der linken Seite ist ein Verstärkungselement 3 in Form eines eingeschäumten Rohres und auf der rechten Seite ein eingeschäumter Stab dargestellt. Die Verstärkungselemente 3 ragen aus dem Bauteil 5 beidseitig heraus. Am freien Ende des Stabes ist ein Gewinde 3.3 vorgesehen.

Patentansprüche

1. Bauteil mit partieller Verstärkung, wobei wenigstens ein Verstärkungselement (3) durch Ausschäumen am und/oder im Bauteil (5) befestigt ist, **dadurch gekennzeichnet,**

daß das Verstärkungselement (3) zumindest teilweise in direktem Kontakt mit der Außenwandung des Bauteils steht und/oder

daß dessen Außenkontur zumindest teilweise durch die Außenkontur des aufschäumenden Materials gebildet wird und/oder

daß das Verstärkungselement (3) partiell oder umlaufend aus dem Bauteil (5) heraustritt.

2. Bauteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (3) zur Aufnahme eines oder mehrerer Befestigungselemente (9) geeignet ist.

3. Bauteil nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (3) an seinem partiell aus dem Bauteil (5) heraustretenden Ende als Befestigungselement ausgebildet ist.
4. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es partiell oder umlaufend an seiner Oberfläche eine Schicht aufweist, deren Festigkeit höher ist als die Festigkeit des geschäumten Materials (4.1).
5. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß es im Randbereich eine im Vergleich zum Kernbereich geringere Porosität aufweist.
6. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht durch die Wandung eines blechförmigen Körpers gebildet ist.
7. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht durch die Wandung eines mit mindestens einer Öffnung versehenen Hohlkörpers (6) gebildet ist.
8. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht durch eine Folie (2) gebildet ist.
9. Bauteil nach einem der Ansprüche von 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Schicht aus einem metallischen Werkstoff oder aus Keramik besteht.
10. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß dessen Außenkontur durch die Kontur des blechförmigen Körpers und/oder durch die Kontur des Hohlkörpers (6) vorgegeben ist.
11. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß in das Verstärkungselement mindestens ein Verbindungselement (9) einbringbar ist.
12. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlkörper (6) als ein innenhochdruckumgeformtes Werkstück ausgebildet ist.
13. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (3) rohrförmig, buchsenförmig, stabförmig oder plattenförmig ausgebildet ist oder eine andere Form entsprechend der zu erfüllenden Funktion aufweist.
14. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Verstärkungselemente (3) in der Art einer Bewehrung miteinander gekoppelt sind.
15. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Verstärkungselement (3) an seiner Oberfläche angeraut ist und/oder Aussparungen und/oder Durchbrüche aufweist.
16. Bauteil nach einem der Ansprüche von 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff oder Werkstoffe zum Ausschäumen Metallschaum und/oder PE-Schaum Anwendung findet bzw. finden.
17. Verfahren zur Herstellung von Bauteilen mit partiellen Verstärkungen, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Verstärkungselement (3) in eine im wesentlichen die Endkontur des zu erzeugenden Bauteils (5) festlegende Form (1) eingelegt und in dieser Form positioniert wird und daß anschließend das Umschäumen des Verstärkungselementes (3) erfolgt, so daß das Verstärkungselement (3) im und/oder am Bauteil (5) so befestigt wird, daß zwischen den einzelnen Komponenten eine funktionelle Einheit gebildet wird.
18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Bauteil (5) aus der Form (1) entnehmbar ist.

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß die Form (1) mit einer Metallfolie (2) ausgekleidet wird, die nach dem Ausschäumen die äußere Hülle des Bauteils (5) bildet.
20. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkontur des durch Ausschäumen zu erzeugenden Bauteils (5) vollständig oder teilweise durch die Wandung eines blechförmigen Körpers (6) gebildet wird.
21. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkontur des durch Ausschäumen zu erzeugenden Bauteils (5) vollständig oder teilweise durch die Wandung eines Hohlkörpers (6) gebildet wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche von 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Form mit einer Folie (2) ausgekleidet wird, die nach dem Ausschäumen die äußere Hülle des Bauteils (5) bildet.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche von 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Form (1), die im wesentlichen die Außenkontur des Bauteils (3) bestimmt, zur Herstellung mehrerer Bauteile wiederverwendet wird oder daß die Form (1) Teil des erzeugten Bauteils (5) wird.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

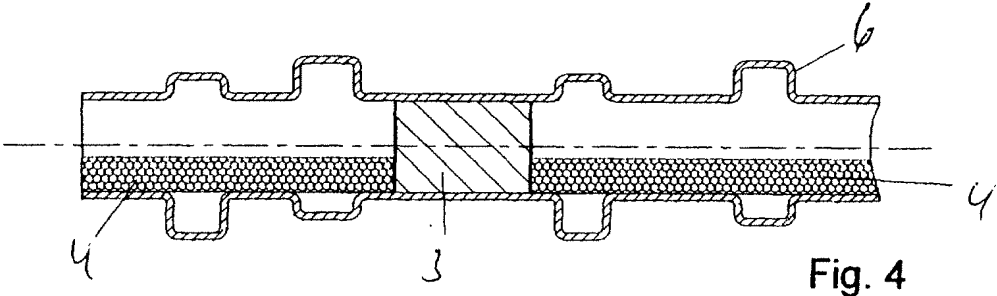


Fig. 4

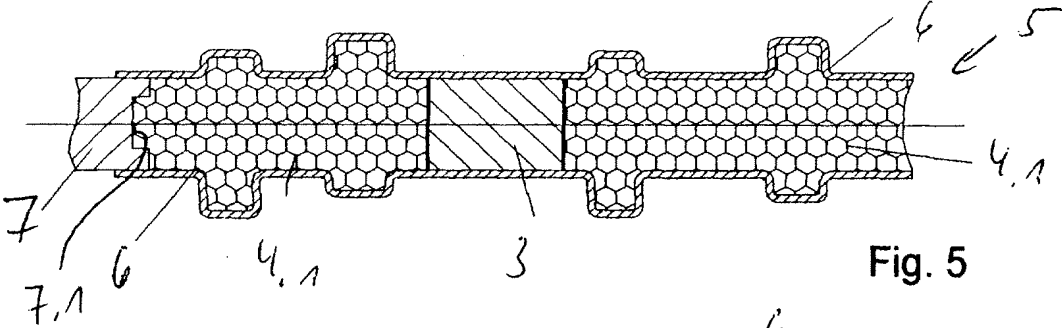


Fig. 5

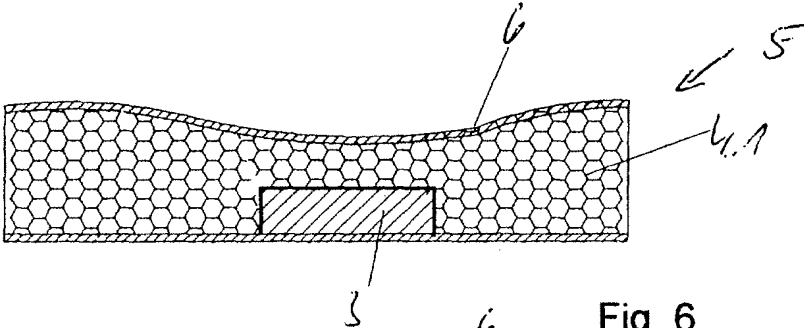


Fig. 6

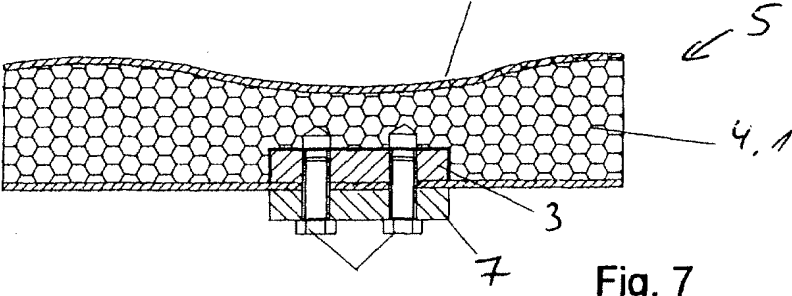


Fig. 7

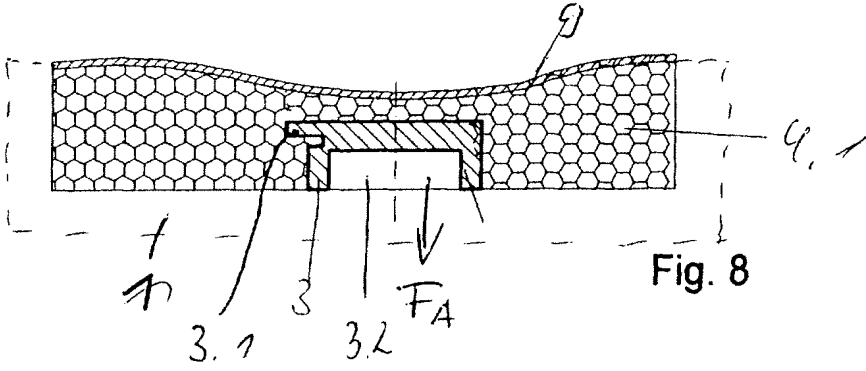


Fig. 8

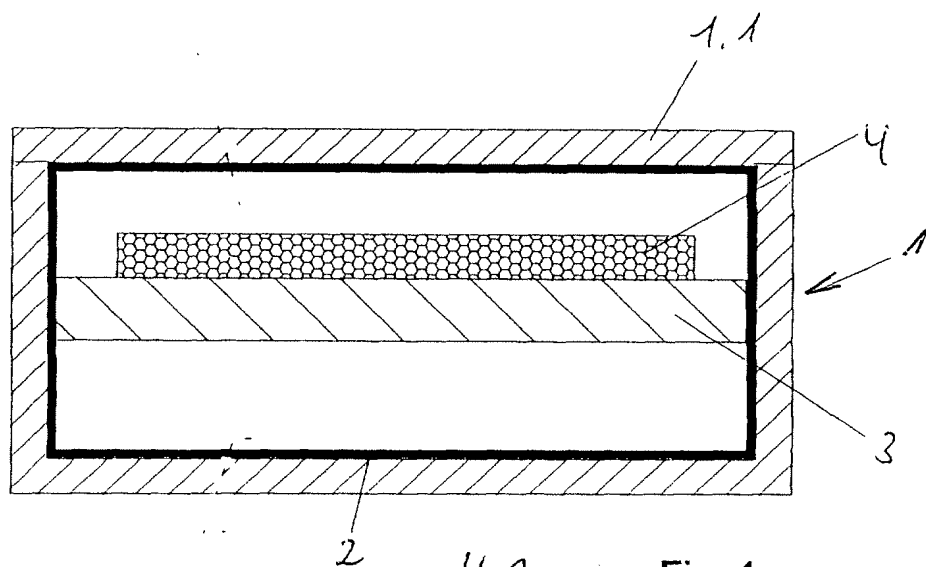


Fig. 1

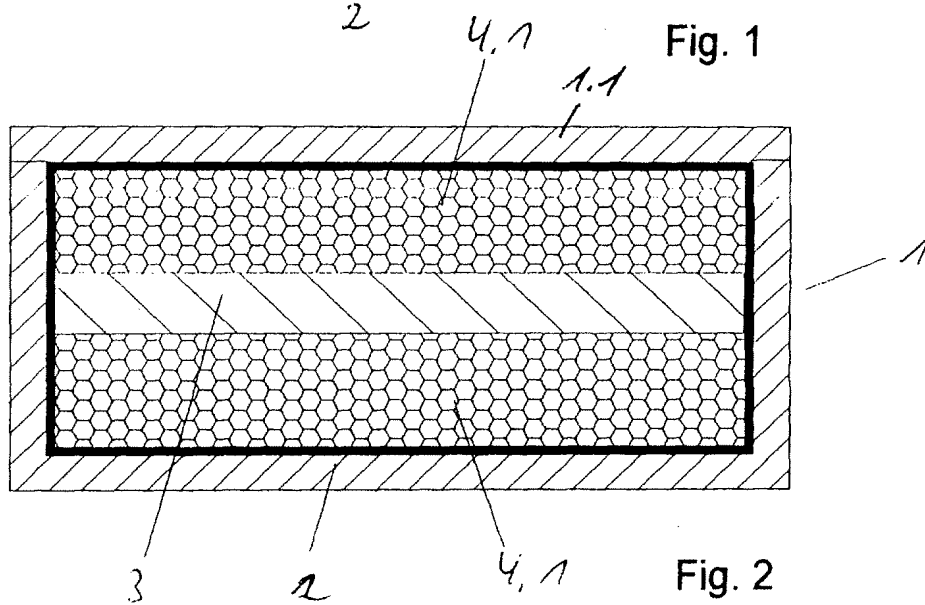


Fig. 2

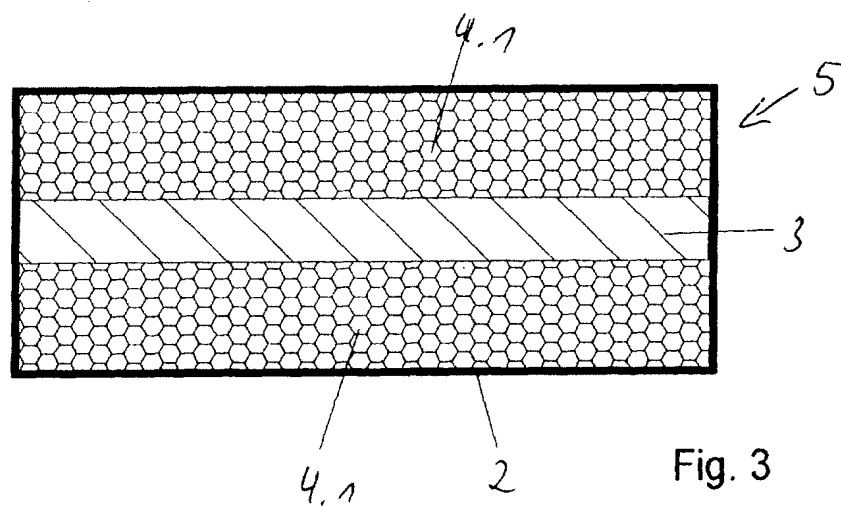


Fig. 3

